

2.3 Використання сучасних інформаційних технологій для цілей економічного аналізу та управління

В ринкових умовах кожна організація є відкритою, черпає ресурси з навколишнього середовища і віддає йому результати своєї діяльності. Щоб реалізувати свою місію протягом тривалого періоду організація відкритого типу повинна вчасно реагувати на швидкоплинні зміни факторів навколишнього середовища, коригуючи цілі, задачі, методи та засоби їх вирішення, структуру та кадри (за необхідністю).

Таким чином, управління діяльністю підприємства, у певній мірі, можна порівняти з керуванням транспортного засобу в умовах безупинно мінливих обставин, що потребує прийняття вчасних і правильних рішень.

Характерною особливістю будь-якої організації як соціально-економічної системи (СЕС) є наявність людського фактору, що забезпечує їй (на відміну від технічних систем) ряд недетермінованих заздалегідь якостей як позитивного, так і негативного характеру. Серед останніх виділимо, перш за все, багатоваріантність поведінки, неточність опису (невизначеність) стану та обмеженість формального представлення. Вказані особливості радикальним чином ускладнюють процес керування СЕС у порівнянні з технічними системами (ТС).

Обмеженість формального представлення СЕС не дозволяє або в значній мірі обмежує використання математичного апарату, побудованого на основі теорії диференційних рівнянь, що застосовується в техніці.

Таким чином, обмежені можливості аналітичного опису СЕС, стохастичність поведінки та нечіткість параметрів їх стану, безупинна зміна та складний характер впливу факторів зовнішнього середовища – це далеко неповний перелік тих обставин, що обумовлюють виділення задач управління економікою (на макро- та мікрорівні) до особливого класу неструктурованих та частково структурованих задач системного аналізу.

Мета даної роботи – показати основні методи знаходження рішень для управління СЕС в умовах невизначеності, що базуються на сучасних інформаційних технологіях (ІТ).

Згідно визначення, прийнятого ЮНЕСКО [1], ІТ – це комплекс , що включає:

- сукупність взаємопов'язаних наукових, технологічних, інженерних дисциплін;
- множину людей, зайнятих обробкою і збереженням інформації;
- обчислювальну техніку, методи організації та взаємодії її з людьми і виробничим устаткуванням;
- соціальні, економічні і культурні проблеми пов'язані з функціонуванням ІТ.

Створення ІТ на підприємстві потребує великих початкових інвестицій для: придбання комп'ютерної техніки; найму висококваліфікованих системних аналітиків та програмістів; створення програмного забезпечення, моделювання процесів, що досліджуються; створення баз даних та одержаних рішень.

Стандарт ISO / IEC 2382-1 дає наступне визначення: «Інформаційна система – система обробки інформації, що працює спільно з організаційними ресурсами, такими як люди, технічні засоби та фінансові ресурси, які забезпечують і розподіляють інформацію».

Згідно [2] існує багато підходів до класифікації інформаційних систем (ІС). Відмінності між цими класифікаціями визначаються тими критеріями, за якими проводиться сама класифікація, наприклад:

- за ступенем структурованості розв'язуваних задач;
- за функціями, що автоматизуються;
- за ступенем автоматизації реалізованих функцій;
- за сферою застосування і характером використання інформації, зокрема, за рівнями управління.

Розглянемо класифікацію ІС за ступенем структурованості розв'язуваних задач. В системному аналізі всю множину проблем (задач) прийнято

розподіляти на три класи: добре структуровані, частково структуровані, неструктуровані. До першого класу відносяться задачі, які детально описані на якісному і кількісному рівні та мають алгоритм вирішення. Такими задачами займаються галузі математичних наук, що мають назву «оптимізація» та «дослідження операцій». Частково структуровані задачі – це задачі, що описані лише на якісному рівні і алгоритм їх вирішення на даний момент не розроблено. Неструктуровані задачі не мають описання навіть на якісному рівні. Частково структуровані і неструктуровані задачі є об'єктом дослідження системного аналізу.

У відповідності з розглянутою класифікацією в роботі [2] приведені характерні задачі для кожного типу ІС:

- добре структуровані – обчислювальні задачі, задачі бухгалтерського обліку, планово-економічні задачі;
- частково структуровані – задачі «навчання з учителем» для нейронних мереж, задачі ідентифікації та розпізнавання, задачі прогнозування;
- неструктуровані – задачі «самонавчання» для нейронних мереж та кластеризації (розподілу на класи, групи), задачі підтримки прийняття рішень, задачі управління.

Як відзначено нами раніше, задачі управління в економіці відносяться до класу нестандартних, неструктурованих інтелектуальних задач, для яких невідомі заздалегідь алгоритми вирішення.

Згідно [2], інтелектуальними вважаються задачі, пов'язані з розробкою алгоритмів вирішення раніше невирішених завдань певного типу.

При цьому відмінною особливістю та ефективністю алгоритмів є їх здатність зводити рішення досить складної задачі до певної послідовності доволі простих або навіть елементарних завдань. В результаті нерозв'язна (неструктурована) раніше задача стає структурованою (має рішення).

Таким чином відмітимо, що мірою інтелектуальності ІС є ступінь структурованості розв'язуваних з їх допомогою задач.

Крім вказаних в роботі [2], можна знайти й інші критерії класифікації ІС, наприклад, за підходами та засобами інтелектуалізації систем управління. Для цього звернемо увагу на відмічену в роботі [3] тенденцію. Незважаючи на те, що ТС значно краще піддаються формалізації, починаючи з 90-х років минулого століття в теорії автоматичного управління намітився очевидний підйом інтересу до нових нетрадиційних підходів [3], що базуються не на апараті інтегро-диференціального обчислення, а об'єднані спільною метою інтелектуалізації систем управління.

Ці підходи дуже багато в чому різняться між собою, але головною відмінністю їх, згідно [3], є методи формалізації знань дослідників про об'єкт управління (ОУ) та прийоми мислення.

Саме методи формалізації знань та прийоми мислення дослідників можна взяти за критерії їх класифікації.

У відповідності з цим до першої групи можна віднести ІС, в яких використовуються жорстко детерміновані експертні системи та більш гнучкі системи управління на базі нечіткої логіки (fuzzy logic). Другу групу складатимуть ІС, в яких інтелектуалізація реалізується в рамках еволюційних методів моделювання таких як генетичні алгоритми (ГА) та штучні нейронні мережі (ШНМ). Очевидно, можливо виділити і третю, гібридну групу ІС, в якій реалізуються поєднання методів першої та другої групи.

Можна ще багато навести прикладів класифікації ІС в залежності від критеріїв, що лежать в основі класифікації та залежать від мети класифікації. Детальний опис ІС, що призначені для підтримки прийняття рішень (СППР), їх класифікація та історія розвитку представлені в роботі [4].

У нашому випадку більший інтерес представляє класифікація ІС, запропонована Луценком Є.В., оскільки вона в більш повній мірі відповідає меті нашої роботи.

Зупинимося детальніше на методах та засобах, що використовуються в ІС для вирішення неструктурованих або частково структурованих задач.

Перш за все, відмітимо метод аналізу ієрархій (MAI), що був запропонований на початку 70-х років минулого століття американським вченим Т. Сааті і набув надзвичайно широкого застосування у всіх без винятку сферах людської діяльності. Сутність MAI полягає у формалізації висловлювань експертів, що стосуються аналізу ієрархії (графічного представлення) неструктурованої задачі, за допомогою матриць попарного порівняння та подальшому знаходженні рішення задачі (глобального пріоритету), як згортки локальних пріоритетів, що визначаються в результаті обробки матриць попарних порівнянь на кожному рівні ієрархії [5, 6]. Основні положення MAI Т.Сааті використав в розробленому разом з професором Е. Форманом з університету Дж. Вашингтона пакеті комп'ютерних програм — «Expert Choice» 1983 року.

Згідно з [4] «Expert Choice» – це інтуїтивна, заснована на графічному інтерфейсі та структурована у зручний для користувача спосіб СППР. Вона може бути цінною та корисною як для досвідчених, так і для нових користувачів. «Expert Choice» є дуже популярним засобом підтримки прийняття рішень через те, що він адаптується до стилю прийняття рішень користувача і ситуації завдяки гнучкому інтерфейсу структурування моделі.

Система «Expert Choice» заслуговує того, щоб і далі говорити про неї в піднесеному стилі, але ми вимушені обмежитися розглядом основних етапів процесу підтримки прийняття рішення в «Expert Choice» згідно [4].

1-й етап: Структурування моделі.

Визначення структури моделі в «Expert Choice» є вільною, інтерактивною технологією для створення моделі, яка стимулює потік думок і допомагає особам, що приймають рішення, організувати цілі їх вибору в кластери за темами. Для структурування застосовується два підходи: низхідний і висхідний.

Низхідне (зверху до низу) структурування – це визначення груп (кластерів) цілей, що витікають з головної цілі, на основі застосування «методу мозкового штурму» з подальшим визначенням ієрархії рішень, що необхідні

для досягнення визначених цілей та використовуються в процесі визначення пріоритетів і оцінювання альтернатив.

За висхідного (знизу вгору) структурування – побудову ієрархії починають зі складання списку множини можливих альтернатив, які після експертних оцінок трансформують у цілі та кластеризують для формування ієрархії загального рішення.

2-й етап: Встановлення пріоритетів цілей шляхом попарних порівнянь.

«Expert Choice» здійснює попарні порівняння (Pairwise Comparisons), щоб визначити пріоритети для цілей і альтернатив. Групові оцінки можуть бути введені, використовуючи радіо, телефонну або Інтернет-мережу. Є три можливих форми представлення результатів попарних порівнянь:

- вербальна (усна) – особи, що приймають рішення, порівнюють цілі за їх відносними важливостями та альтернативи за їх відносними перевагами, використовуючи такі якісні оцінки: «однакова» (немає переваг), «помірна», «сильна», «дуже сильна» та «безумовна» переваги;

- цифрова – використовується числова шкала з дев'яти основних та восьми альтернативних позицій, щоб визначити відносну важливість змінних рішення;

- графічна – оцінки створюються шляхом зіставлення відносних довжин двох відрізків (верхнього і нижнього). Відрізки показують, наскільки один елемент важливіший щодо іншого.

Особи, що приймають рішення, заповнюють відповідну матрицю оцінками, отриманими від попарних порівнянь, а система «Expert Choice» визначає пріоритети цілей. Якщо в процесі попарних оцінювань беруть участь кілька учасників, то середнє геометричне значення результатів оцінювань у подальшому враховується як загальна оцінка групи експертів.

3-й етап: Оцінювання альтернатив.

Як тільки визначено пріоритети цілей, «Expert Choice» забезпечує декілька способів для оцінювання альтернатив:

- використання однієї з трьох (відмічених вище) можливих форм представлення результатів попарних порівнянь для оцінки відповідності тієї чи іншої альтернативи кожній меті;

- використання масиву даних (Data Grid) для визначення пріоритетів кожної альтернативи. Масив (Data Grid) формується на основі достовірних даних про альтернативи або на основі вербальних рейтингів – в разі відсутності достовірних даних.

Коли є дані про альтернативи, то застосовуються такі методи:

- Крокова функція, сутність якої також полягає у встановленні інтенсивностей пріоритетів;

- Криві вигідності, що перетворюють дані про альтернативи у пріоритети. Відмітимо, що крокова функція складається з дискретних кроків, а метод кривої корисності – безперервний;

- Безпосередній метод - використовується для прямого введення пріоритетів. Коли немає даних про ціль, то програма пропонує можливість створити цифрову шкалу рейтингів, яка точно відповідає вербальному рейтингу.

«Expert Choice» синтезує пріоритети цілей, дані та рейтинги для визначення загальної переваги альтернатив.

4-й етап: Аналіз чутливості.

Після обробки міркувань про відносну важливість цілей, підцілей та альтернатив, потужні діаграми чутливості «Expert Choice» дають можливість тестувати чутливість рішень до змін у пріоритетах. Сценарії «Що..., якщо...?» особливо корисні для нарад-інструктажів менеджерів. «Expert Choice» розроблена для аналізу, синтезу і обґрунтування складних рішень і оцінок з метою її використання індивідуально або в групах. Різні версії СППР розроблені для задоволення специфічних потреб користувачів.

Застосування методу нечітких множин, нечіткої логіки (fuzzy logic) для цілей фінансового аналізу та управління можна прослідкувати в роботах А.В.

Андрейчикова, О.О. Недосєкіна, Ю.П. Зайченка, О.О. Круглова, А.В. Матвійчука, А.В. Азарової та ін.

Засновник теорії нечітких множин Лотфі Заде ще в 1965 р. передбачав широке застосування свого вчення на практиці: "Фактично нечіткість може бути ключем до розуміння здатності людини справлятися із завданнями, які занадто складні для вирішення на ЕОМ".

Перш ніж розглянути сутність методу нечітких множин та алгоритм його застосування виділимо його основні поняття приведені в [7].

Носій U – це універсальна множина, до якої відносяться всі результати спостережень в рамках оцінюваної квазістатистики. Наприклад, якщо ми спостерігаємо вік зайнятих у певних галузях економіки, то носій – це відрізок дійсної осі [16, 70], де одиницею виміру виступають роки життя людини.

Нечітка множина A – це множина значень носія, така, що кожному значенню носія поставлена у відповідність ступінь приналежності цього значення множині A . Наприклад: літери латинського алфавіту X, Y, Z безумовно належать множині $Alphabet = \{A, B, C, X, Y, Z\}$, і з цієї точки зору множина $Alphabet$ – чітка. Але якщо аналізувати множину «Оптимальний вік працівника», то вік 50 років належить цій нечіткій множині тільки з деякою часткою умовності, яку називають функцією приналежності.

Функція приналежності $\mu_A(u)$ – це функція, областю визначення якої є носій $U, u \in U$, а областю значень – одиничний інтервал $[0,1]$. Чим вище $\mu_A(u)$, тим вище оцінюється ступінь приналежності елемента носія u нечіткій множині A .

Лінгвістична змінна. Лотфі Заде [8] визначає лінгвістичну змінну так:

$$\Omega = \langle \omega, T(\omega), U, G, M \rangle, \quad (1)$$

де ω – назва змінної, T – терм-множина значень, тобто сукупність її лінгвістичних значень, U – носій, G – синтаксичне правило, що породжує терм множину T , M – семантичне правило, яке кожному лінгвістичному значенню ω

ставить у відповідність його зміст $M(\omega)$, причому $M(\omega)$ позначає нечітку підмножину носія U .

Метод нечітких множин поєднує в собі ряд методів багатокритеріального вибору альтернатив на тій чи іншій основі, а саме:

- на основі перетину нечітких множин;
- на основі нечіткого відношення переваг;
- з використанням правил нечітких висновків ;
- на основі адитивної згортки;
- на основі максимінної згортки;
- ранжирування альтернатив на множині лінгвістичних векторних оцінок тощо.

Описання сутності цих методів, методика та приклади їх практичного застосування, порівняльний аналіз ефективності й точності використання приведені в роботі [9].

Широкий ряд вказаних методів обумовлений різноманітністю задач, що вирішуються при допомозі методів нечітких множин:

- фінансовий аналіз та оцінка ризику банкрутства;
- оцінка ефективності та ризику інвестиційних проектів;
- оцінка ступеню використання промислового потенціалу підприємства або галузі;
- задачі оцінювання інвестиційної привабливості акцій окремих підприємств, організацій або держав;
- нечіткої оптимізації фондового портфелю;
- прогнозування фондових індексів;
- стратегічного планування, аналізу конкурентноздатності тощо.

Фінансовий аналіз та оцінка ризику банкрутства є однією з найбільш поширених тем дослідження, що ґрунтуються на методах нечітких множин. При цьому найбільш часто використовується матричний метод оцінки ризику банкрутства корпорації, запропонований О.О. Недосекіним [7]. Базується цей метод на нечітких класифікаторах та матричних схемах агрегування даних.

Розглянемо порядок побудови нечіткого класифікатора, як це представлено в роботі [7].

- визначимо відрізок дійсної осі $[0,1]$ як носія лінгвістичної змінної. Будь-які скінченно вимірні відрізки дійсної осі можуть бути зведені до відрізка $[0,1]$ шляхом простого лінійного перетворення, тому виділений відрізок одиничної довжини носить універсальний характер і заслуговує окремого терміна. Назвемо носій виду $[0,1]$ 01 – носієм.

- введемо лінгвістичну змінну «Рівень показника» з терм-множиною значень «Дуже низький, Низький, Середній, Високий, Дуже Високий».

- введемо набір так званих вузлових точок $\alpha_j = (0,1, 0,3, 0,5, 0,7, 0,9)$, які є, з одного боку, абсцисами максимумів відповідних функцій приналежності на 01-носії, а, з іншого боку, рівномірно відстоять один від одного на 01-носії та симетричні щодо вузла 0,5 (див. рис. 1).

- використовуючи набір вузлових точок, запишемо систему (2-6) з п'яти відповідних функцій приналежності трапецієдального виду для опису підмножин терм-множини:

$$\mu_1(x) = \begin{cases} 1, 0 \leq x < 0.15 \\ 10(0.25 - x), 0.15 \leq x < 0.25 \\ 0, 0.25 \leq x \leq 1 \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu_2(x) = \begin{cases} 0, 0 \leq x < 0.15 \\ 10(x - 0.25), 0.15 \leq x < 0.25 \\ 1, 0.25 \leq x < 0.35 \\ 10(0.45 - x), 0.35 \leq x < 0.45 \\ 0, 0.45 \leq x \leq 1 \end{cases} \quad (3)$$

$$\mu_3(x) = \begin{cases} 0, 0 \leq x < 0.35 \\ 10(x - 0.35), 0.35 \leq x < 0.45 \\ 1, 0.45 \leq x < 0.55 \\ 10(0.65 - x), 0.55 \leq x < 0.65 \\ 0, 0.65 \leq x \leq 1 \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu_4(x) = \begin{cases} 0, & 0 \leq x < 0.55 \\ 10(x - 0.55), & 0.55 \leq x < 0.65 \\ 1, & 0.65 \leq x < 0.75 \\ 10(0.85 - x), & 0.75 \leq x < 0.85 \\ 0, & 0.85 \leq x \leq 1 \end{cases} \quad (5)$$

$$\mu_5(x) = \begin{cases} 0, & 0 \leq x < 0.75 \\ 10(x - 0.75), & 0.75 \leq x < 0.85 \\ 1, & 0.85 \leq x \leq 1 \end{cases} \quad (6)$$

Скрізь у (2-6) x - це 01-носій.

Графіки функції приналежності приведено на рис.1.

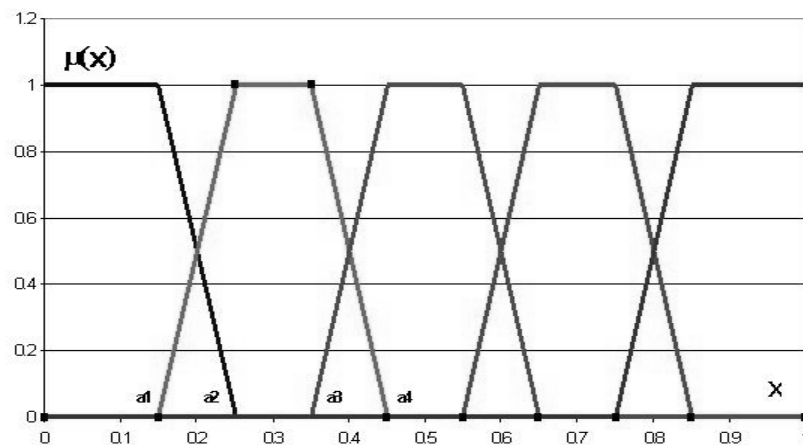


Рис. 1. Система трапецієподібних функцій належності на 01-носії.

Введену лігвістичну змінну «Рівень фактора», визначену на 01-носії, в сукупності з набором вузлових точок тут і далі будемо називати стандартним п'ятирівневим нечітким 01-класифікатором.

Сконструйований нечіткий класифікатор має велике значення для подальшого розуміння матричного методу оцінки ризику банкрутства. Його сутність в тому, що якщо про фактор невідомо нічого, крім того, що він може приймати будь-які значення в межах 01-носія (принцип рівнопереважності), а треба провести асоціацію між якісною і кількісною оцінками фактора, то запропонований класифікатор робить це з максимальною достовірністю. При цьому сума всіх функцій належності для будь-якого x дорівнює одиниці, що

вказує на несуперечливість класифікатора. Якщо при розпізнаванні рівня фактора експерт має додаткову інформацію про поведінку фактора (наприклад, гістограму), то класифікація фактора в загальному випадку не буде мати стандартного виду, тому що вузлові точки класифікації і відповідні функції приналежності лежатимуть несиметрично на носії відповідного фактору.

Відмітимо ще одну важливу перевагу використання класифікатора.

Якщо існує набір з $i = 1 \dots N$ окремих факторів зі своїми поточними значеннями x_i , і кожному фактору зіставлений свій п'ятиступінчатий класифікатор (необов'язково стандартний, необов'язково визначений на 01-носії), то можна перейти від набору окремих факторів до єдиного агрегованого фактору A_N , значення якого розпізнати згодом за допомогою стандартного класифікатора. Кількісне ж значення агрегованого фактору визначається за формулою подвійний згортки:

$$A_N = \sum_{i=1}^N p_i \sum_{j=1}^5 \alpha_j \mu_{ij}(x_i) \quad (7)$$

де α_j - вузлові точки стандартного класифікатора, p_i - вага i -го факторів у згортку, $\mu_{ij}(x_i)$ - значення функції приналежності j -го якісного рівня щодо поточного значення i -го фактора. Далі показник A_N може бути підданий розпізнаванню на основі стандартного нечіткого класифікатора, за функціями приналежності виду (2-6).

З формули (7) стає зрозумілим призначення вузлових точок у нечіткому класифікаторі. Ці точки виступають в якості ваг при агрегуванні системи чинників на рівні їх якісних станів. Тим самим вузлові точки здійснюють зведення набору нестандартних класифікаторів (зі своїми несиметрично розташованими вузловими точками) до єдиного класифікатора стандартного вигляду, з одночасним переходом від набору нестандартних носіїв окремих факторів до стандартного 01-носія.

Можна побудувати матрицю, де по рядках розташовані фактори, а по стовпцях - їх якісні рівні. На перетині рядків і стовпців лежать значення функцій приналежності відповідних якісних рівнів. Доповнимо матрицю ще одним стовпцем ваг факторів в згортку p_i і ще одним рядком з вузловими точками ω_j . Тоді для розрахунку агрегованого показника A_N за (7) в отриманій матриці зібрані всі необхідні вихідні дані. Тому запропоновану тут схему агрегування даних доцільно назвати матричною.

Матричні схеми на основі п'ятирівневого класифікатора вже давно і досить успішно застосовуються для комплексної оцінки рівня функціонування багатофакторних систем, у тому числі і фінансових (наприклад, фінансів корпорації).

Тепер розглянемо коротко сутність матричного методу оцінки ризику банкрутства корпорації у відповідності з [7].

Застосування нечітких описів використовується у випадках невпевненості експерта у своїх судженнях та означає наступне:

- експерт будує лінгвістичну змінну зі своєю терм-множиною значень. Наприклад: змінна «Рівень менеджменту» може володіти терм-множиною значень «Дуже низький, Низький, Середній, Високий, Дуже високий»;
- щоб конструктивно описати лінгвістичну змінну, експерт обирає відповідну їй кількісну ознаку – наприклад, сконструйований спеціальним чином показник рівня менеджменту, який приймає значення від нуля до одиниці;
- далі експерт кожному значенню лінгвістичної змінної (яке, за своєю побудовою, є нечіткою підмножиною значень інтервалу $(0,1)$ – області значень показника рівня менеджменту) зіставляє функцію приналежності рівня менеджменту тій чи іншій нечіткій підмножині. Загальноновживаними функціями в цьому випадку є трапецієподібні функції приналежності (див. рис. 2). Верхній основі трапеції відповідає повна впевненість експерта у правильності своєї

класифікації, а нижній - впевненість в тому, що ніякі інші значення інтервалу $(0,1)$ не потрапляють до обраної нечіткої підмножини.

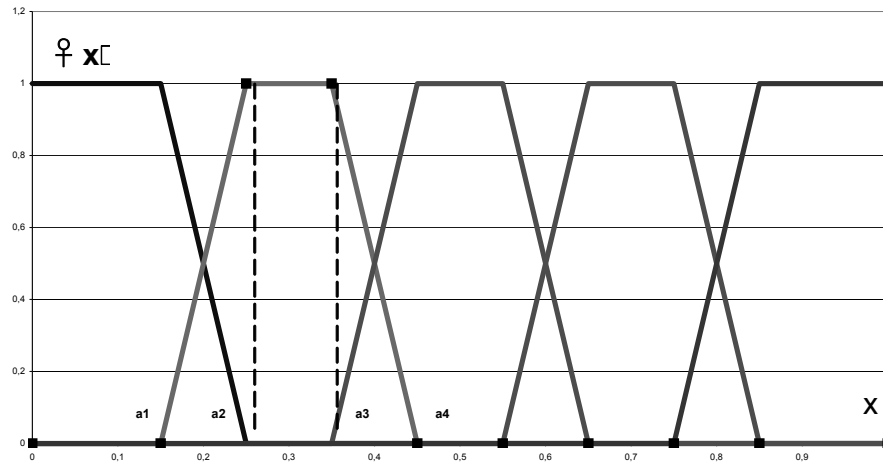


Рис. 2. Трапецієподібні функції приналежності.

Для цілей компактного опису трапецієподібні функції приналежності $\mu(x)$ зручно описувати трапецієвидними числами виду:

$$\beta(a_1, a_2, a_3, a_4), \quad (8)$$

де a_1 і a_4 – абсциси нижньої основи, а a_2 і a_3 – абсциси верхньої основи трапеції (рис. 2), яка задає $\mu(x)$ в області з ненульовою приналежністю носія x відповідній нечіткій підмножині.

Розглянемо приклад використання матричного методу оцінювання ризику банкрутства корпорації, вперше викладеного в роботі [7].

Етап 1 (Лінгвістичні змінні і нечіткі підмножини).

а. Лінгвістична змінна E «Стан підприємства» має п'ять значень:

E_1 – нечітка підмножина станів "граничного неблагополуччя";

E_2 – нечітка підмножина станів "неблагополуччя";

E_3 – нечітка підмножина станів "середньої якості";

E_4 – нечітка підмножина станів "відносного благополуччя";

E_5 – нечітка підмножина станів "граничного благополуччя".

б. Відповідна змінній Е лінгвістична змінна G «Ризик банкрутства» також має 5 значень:

- G_1 – нечітка підмножина "граничний ризик банкрутства",
- G_2 – нечітка підмножина "ступінь ризику банкрутства висока",
- G_3 – нечітка підмножина "ступінь ризику банкрутства середня",
- G_4 – нечітка підмножина "низький ступінь ризику банкрутства",
- G_5 – нечітка підмножина "ризик банкрутства незначний".

Носій множини G - показник ступеня ризику банкрутства g - приймає значення від нуля до одиниці за визначенням.

в. Для довільного окремого фінансового чи управлінського показника X_i задаємо лінгвістичну змінну B_i «Рівень показника X_i » на наступній термножині значень:

- B_{i1} – підмножина "дуже низький рівень показника X_i ",
- B_{i2} – підмножина "низький рівень показника X_i ",
- B_{i3} – підмножина "середній рівень показника X_i ",
- B_{i4} – підмножина "високий рівень показника X_i ",
- B_{i5} – підмножина "дуже високий рівень показника X_i ".

Етап 2 (Показники). Побудуємо набір окремих показників $X = \{X_i\}$ загальним числом N, які, на думку експерта-аналітика, з одного боку, впливають на оцінку ризику банкрутства підприємства, а, з іншого боку, оцінюють різні за природою сторони ділового та фінансового життя підприємства (уникаючи дублювання показників з точки зору їх значимості для аналізу). Приклад вибору системи показників:

- X_1 - коефіцієнт автономії (відношення власного капіталу до валюти балансу);
- X_2 - коефіцієнт забезпеченості оборотних активів власними коштами (відношення чистого оборотного капіталу до оборотних активів);
- X_3 - коефіцієнт проміжної ліквідності (відношення суми грошових коштів і дебіторської заборгованості до короткострокових пасивів);

- X_4 - коефіцієнт абсолютної ліквідності (відношення суми грошових коштів до короткострокових пасивів);
- X_5 - оборотність всіх активів у річному обчисленні (відношення виручки від реалізації до середньої за період вартості активів);
- X_6 - рентабельність всього капіталу (відношення чистого прибутку до середньої за період вартості активів).

Етап 3 (Значимість). Зіставимо кожному показнику X_i рівень його значущості для аналізу r_i . Щоб оцінити цей рівень, потрібно розташувати всі показники за порядком убутання значимості так, щоб виконувалася правило:

$$r_1 \geq r_2 \geq \dots \geq r_n \quad (9)$$

Якщо систему показників проранжувати у порядку зменшення їх значущості, то значущість i -го показника r_i слід визначати за правилом Фішберна:

$$r_i = \frac{2(N-i+1)}{(N+1)N} \quad (10)$$

Правило Фішберна відображає той факт, що про рівень значимості показників невідомо нічого крім (9). Тоді оцінка (10) відповідає максимуму ентропії наявної інформаційної невизначеності про об'єкт дослідження.

Якщо ж всі показники мають рівну значимість (рівнопереважніабо системи переваг немає), тоді

$$r_i = \frac{1}{N} \quad (11)$$

Етап 4 (Класифікація ступеня ризику). Побудуємо класифікацію поточного значення g показника ступеня ризику як критерій розбиття цієї множини на нечіткі підмножини (таблиця 1).

Таблиця 1

Класифікація ступеня ризику банкрутства

Інтервал значень g	Класифікація рівня параметра	Ступінь оціночної впевненості (функція приналежності)
$0 \leq g \leq 0.15$	G_5	1
$0.15 < g < 0.25$	G_5	$\mu_5 = 10 \times (0.25 - g)$
	G_4	$1 - \mu_5 = \mu_4$
$0.25 \leq g \leq 0.35$	G_4	1
$0.35 < g < 0.45$	G_4	$\mu_4 = 10 \times (0.45 - g)$
	G_3	$1 - \mu_4 = \mu_3$
$0.45 \leq g \leq 0.55$	G_3	1
$0.55 < g < 0.65$	G_3	$\mu_3 = 10 \times (0.65 - g)$
	G_2	$1 - \mu_3 = \mu_2$
$0.65 \leq g \leq 0.75$	G_2	1
$0.75 < g < 0.85$	G_2	$\mu_2 = 10 \times (0.85 - g)$
	G_1	$1 - \mu_2 = \mu_1$
$0.85 \leq g \leq 1.0$	G_1	1

Етап 5 (Класифікація значень показників). Побудуємо класифікацію поточних значень x показників X як критерій розбиття повної множини їх значень на нечіткі підмножини виду B , для прикладу з 6 показниками, наведеного при розгляді етапу 2 (таблиця 2). При цьому в клітинах таблиці стоять трапецієподібні числа, що характеризують відповідні функції приналежності. Наприклад, при класифікації рівня параметру X_1 експерт, маючи труднощі із розмежуванням рівня на «низький» і «середній», визначив діапазоном своєї невпевненості інтервал (0,25, 0,3).

Таблиця 2

Класифікація окремих фінансових показників

Шифр показника	Т-числа $\{\gamma\}$ для значень лінгвістичної змінної "Величина параметра":				
	"дуже низький"	"низький"	"середній"	"високий"	"дуже високий"
X_1	(0,0,0.1,0.2)	(0.1,0.2,0.25,0.3)	(0.25,0.3,0.45,0.5)	(0.45,0.5,0.6,0.7)	(0.6,0.7,1,1)
X_2	(-1,-1,-0.005,0)	(-0.005,0,0.09,0.11)	(0.09,0.11,0.3,0.35)	(0.3,0.35,0.45,0.5)	(0.45,0.5,1,1)
X_3	(0,0,0.5,0.6)	(0.5,0.6,0.7,0.8)	(0.7,0.8,0.9,1)	(0.9,1,1.3,1.5)	(1.3,1.5, ∞ , ∞)
X_4	(0,0,0.02,0.03)	(0.02,0.03,0.08,0.1)	(0.08,0.1,0.3,0.35)	(0.3,0.35,0.5,0.6)	(0.5,0.6, ∞ , ∞)
X_5	(0,0,0.12,0.14)	(0.12,0.14,0.18,0.2)	(0.18,0.2,0.3,0.4)	(0.3,0.4,0.5,0.8)	(0.5,0.8, ∞ , ∞)
X_6	($-\infty$, $-\infty$,0,0)	(0,0,0.006,0.01)	(0.006,0.01,0.06,0.1)	(0.06,0.1,0.225,0.4)	(0.225,0.4, ∞ , ∞)

Етап 6 (Оцінка рівня показників). Зробимо оцінку поточного рівня показників і зведемо отримані результати в таблицю 3.

Поточний рівень показників

Найменування показника	Поточне значення
X_1	x_1
...	...
X_i	x_i
...	...
X_N	x_N

Етап 7 (Класифікація рівня показників). Проведемо класифікацію поточних значень x за умовою таблиці виду 2. Результатом проведеної класифікації є таблиця 4, де λ_{ij} – рівень приналежності носія X_i нечіткій підмножині B_j .

Етап 8 (Оцінка ступеня ризику). Тепер виконаємо формальні арифметичні дії з оцінки ступеня ризику банкрутства g :

$$g = \sum_{j=1}^5 g_j \sum_{i=1}^N r_i \lambda_{ij}, \quad (12)$$

Таблиця 4

Рівні приналежності носіїв нечітким підмножинам

Найменування показника	Результат класифікації за підмножинами				
	B_{i1}	B_{i2}	B_{i3}	B_{i4}	B_{i5}
X_1	λ_{11}	λ_{12}	λ_{13}	λ_{14}	λ_{15}
...
X_i	λ_{i1}	λ_{i2}	λ_{i3}	λ_{i4}	λ_{i5}
...
X_N	λ_{N1}	λ_{N2}	λ_{N3}	λ_{N4}	λ_{N5}

$$g_j = 0.9 - 0.2 * (j-1), \quad (13)$$

де λ_{ij} визначається за таблицею 4, а r_i – за формулою (10) або (11).

Сутність формул (12) і (13) полягає в наступному. Спочатку ми оцінюємо ваги тієї чи іншої підмножини з B в оцінці стану корпорації E і в оцінці ступеня ризику G (внутрішнє підсумовування в (12)). Ці ваги в подальшому беруть

участь у зовнішньому підсумовуванні для визначення середнього значення показника, де g_i є не що інше як середня оцінка g з відповідного діапазону таблиці 1 етапу 4 методу.

Етап 9 (Лінгвістичне розпізнавання). Класифікуємо отримане значення ступеня ризику на базі даних таблиці 1. Результатом класифікації є лінгвістичний опис ступеня ризику банкрутства і (додатково) ступінь впевненості експерта в правильності його класифікації. І тим самим наш висновок про ступінь ризику підприємства набуває не тільки лінгвістичну форму, а й характеристику якості наших тверджень.

Тепер розглянемо приклад практичного застосування описаного в роботі [7] методу.

Постановка завдання. Розглянемо корпорацію "CD" (реально функціонуючу в Росії), яка аналізується за двома періодами - IV-ий квартал 1998 р. і I-ий квартали 1999 року. Провести комплексну оцінку його фінансового стану у вказаний період часу.

Застосування цього ж методу можна знайти в роботах [10,11], що опубліковані пізніше (в 2004 р.) та стосуються вітчизняних підприємств.

Рішення (номери пунктів відповідають номерам етапів методу).

- Визначаємо множини E , G і B , як це зроблено на етапі 1 методу.
- Обрана на етапі 2 система X з 6 показників залишається без змін.
- Також приймаємо, що всі показники є рівнозначними для аналізу ($r_i = 1/6$).
- Ступінь ризику класифікується за правилом таблиці 3 етапу 4 методу.
- Обрані показники на підставі попереднього експертного аналізу отримали класифікацію таблиці 2.
- Фінансовий стан підприємства «CD» характеризується наступними фінансовими показниками (таблиця 5):

Таблиця 5

Поточний рівень показників

Шифр показника X_i	Значення X_i в період I ($X_i(I, I)$)	Значення X_i в період II ($X_i(II, I)$)
X_1	0.619	0.566
X_2	0.294	0.262
X_3	0.670	0.622
X_4	0.112	0.048
X_5	2.876	3.460
X_6	0.113	0.008

- проведемо класифікацію поточних значень x за умовою таблиці 2.
Результатом проведеної класифікації є таблиця 6.

Таблиця 6

Класифікація рівнів показників

Показ-ник X_i	Значення $\{\lambda\}$ в період I					Значення $\{\lambda\}$ в період II				
	$\lambda_1(x_{I,i})$	$\lambda_2(x_{I,i})$	$\lambda_3(x_{I,i})$	$\lambda_4(x_{I,i})$	$\lambda_5(x_{I,i})$	$\lambda_1(x_{II,i})$	$\lambda_2(x_{II,i})$	$\lambda_3(x_{II,i})$	$\lambda_4(x_{II,i})$	$\lambda_5(x_{II,i})$
X_1	0	0	0	0.81	0.19	0	0	0	1	0
X_2	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
X_3	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
X_4	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
X_5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
X_6	0	0	0	1	0	0	0.5	0.5	0	0

Аналіз таблиці 6 показує, що в другому періоді відбулося якісне падіння забезпеченості одночасно з якісним ростом оборотності активів.

- оцінка ступеня ризику банкрутства за формулою (12) дає $\theta_I = 0,389$, $\theta_{II} = 0,420$, звідки робимо висновок, що сталося серйозне погіршення стану підприємства (різкий кількісний ріст оборотності, що не супроводжується якісним зростанням, зате спостерігається якісний спад автономності, абсолютної ліквідності та рентабельності).

- лінгвістичне розпізнавання ступеня ризику по таблиці 2 дає ступінь ризику банкрутства як прикордонну між «низько» та «середньою», причому впевненість експерта в тому, що рівень саме «середній», наростає від періоду до періоду.

З проведеного дослідження можна зробити наступні висновки:

- проаналізовано основні фактори, що обумовлюють виділення задач управління економікою (на макро- та мікрорівні) до особливого класу неструктурованих та частково структурованих задач системного аналізу;
- запропоновано класифікацію інформаційних систем (ІС) за критеріями структурованості розв'язуваних задач та методами формалізації знань про об'єкт управління;
- виконано аналіз методів та засобів, що використовуються в ІС для вирішення неструктурованих або частково структурованих задач економічних досліджень;
- відмічені сутність та особливості використання методу аналізу ієрархій (МАІ) та пакету програм «Expert Choice» як одного із дуже популярних засобів підтримки прийняття рішень в економіці;
- розглянуто деякі положення теорії нечітких множин, зокрема нечіткі класифікатори, матричні схеми агрегування даних та матричний метод оцінки ризику банкрутства, запропоновані та описані Недосекіним О.О. в роботі [7].

Список літератури: 1. Інформаційний ресурс: http://ru.wikipedia.org/wiki/Информационные_технологии 2. Луценко Е. В. Интеллектуальные информационные системы: Учебное пособие для студентов специальности: 351400 "Прикладная информатика (по отраслям)". – Краснодар: КубГАУ, 2004. – 633 с. 3. Вороновский Г.К., Махотило К.В., Петрашев С. Н., Сергеев С.А. Генетические алгоритмы, искусственные нейронные сети и проблемы виртуальной реальности. Харьков: Основа, 1997. –112 с. 4. Ситник В.Ф. Системы підтримки прийняття рішень: Навч. Посібник. – К.:КНЕУ, 2004. – 614с. 5. Т. Саати Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с. 6. Т.Саати, К. Кернс Аналитическое планирование. Организация систем. – М.: Радиоисвязь, 1991.– 224 с. 7. Alexey Nedosekin FUZZY FINANCIAL MANAGEMENT. Russia, Moscow, AFA Library, 2003. – 184 p. 8. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и её применение к принятию приближенных решений. – М.:Мир, 1976. – 167 с. 9. А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова. Анализ, синтез, планирование в экономике. –М.: Финансы и статистика, 2000. – 368с. 10. М. Згуровский, Ю. Зайченко Комплексный анализ риска банкротства корпораций в условиях неопределенности. International Journal «Information Technologies & Knowledge» Vol.6, Number 2, 2012, p.103-125. 11. Ови Нафас Агаи Аг Гамии, Юрий Зайченко. Анализ финансового состояния и прогнозирование риска банкротства корпораций в условиях неопределенности. International Journal «Information Technologies & Knowledge» Vol.1, Number 4, 2012, p.336-348.